Tunnelbau - neue Chancen aus europäischer Sicht: STUVA-Tagung vom 26.11.1991 in Dübendorf

Autor(en): **AB**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **110 (1992)**

Heft 7

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-77861

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Tunnelbau – neue Chancen aus europäischer Sicht

STUVA-Tagung vom 26.11.1991 in Düsseldorf

Die alle zwei Jahre stattfindende Tagung der Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (STUVA), Köln, war mit fast 1500 Teilnehmern aus 14 Nationen, davon allein über 300 aus Österreich und der Schweiz (220), 1991 international die grösste Tunnelfachtagung. In acht Themengruppen mit 27 Vorträgen wurde ausführlich auf europäische Grosstunnelprojekte und unterirdisches Bauen eingegangen sowie auf Umweltschutz, den maschinellen Vortrieb, Spritzbetonbauweisen, Tunnelauskleidungen, Ausbau, Abdichtung, Qualitätssicherung, Sicherheit und Arbeitsschutz.

Sowohl national als auch international trägt der Tunnelbau erheblich zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur bei; zahlreiche Tunnel sind im Bau, und für weitere ist Bedarf [1]. Bei dem hohen Investitionsbedarf in den neuen Bundesländern muss nicht nur die herkömmliche Finanzierung für Investitionen und Fahrzeuge für den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) ausgeweitet *(Girnau)*, sondern neue Finanzierungswege beim Tunnel- und Verkehrswegebau beschritten werden. Deshalb wurde die «Privatfinanzierung europäischer Verkehrsinfrastrukturen einer kritischen Analyse» *(Becker)* unterzogen und auf die Finanzierung des Eurotunnels und der festen Fehmarnbelt-Querung näher eingegangen.

Dabei stellt sich die Frage, was ein Bauwerk als Aufgabe unserer Generation kosten darf. In Anbetracht der bis zum Jahr 2000 in Deutschland bestehenden Finanzierungslücke von 100 Mia. sFr. für erforderliche Verkehrsinfrastrukturen beabsichtigt man bereits 1992 den Ausbau einer Eisenbahnstrecke (Nürnberg–Ingolstadt–München) und von drei Autobahnabschnitten mit insgesamt 4,5 Mia. sFr. privat zu finanzieren.

Europäische Grosstunnelprojekte

Im Vortrag «Tunnel unter dem Ärmelkanal: Erkenntnisse aus dem maschinellen Vortrieb» *(Götz)* mit insgesamt 150 km Bohrung wurde auf die verhältnismässig lange Anlaufphase, die erzielten Rekord-Vortriebsleistungen [2, 3] und Massnahmen zum Aufholen der anfänglichen Bauverzögerungen eingegangen und beim Bau des «Crossover im Kanaltunnel und der Parkkaverne in Landsberg/Lech» auf die gleich grossen Kavernen (Bild 1; 182/18,90/16,40 m) mit unterirdischen Bauaufgaben in Spritzbetonbauweise *(Harpf/Myers/Axhausen)*; sie wurden im Mergel mit Teilschnittmaschinen bzw. Tunnelbagger aufgefahren, und zwar zunächst mit zwei Ulmenstollen, dann der Kernvortrieb mit weiterer Unterteilung der Teilquerschnitte in 2 bis 3 bzw. 3 bis 4 Unterquerschnitte [4, 5], um Setzungen möglichst gering zu halten.

Die «aktuellen Erfahrungen mit Voll-Vortriebsmaschinen grossen Durchmessers in der Schweiz» *(Kovari/Fechtig/Amstad)* erstrecken sich auf über 32 km Tunnel in den vergangenen 22 Jahren, was etwa 45 Prozent (25 Prozent USA, 20 Prozent China) der weltweit mit Tunnelbohrmaschinen (TBM) aufgefahrenen Tunnel grossen Durchmessers (>10 m) mit offener Ortsbrust entspricht. Als TBM wurden Vollschnittmaschinen mit und ohne Schild, Ausweitungsmaschinen mit zwei oder drei Aufweitungsstufen sowie ein Mixschild eingesetzt (Tabelle 1).

Der überwiegende Teil der Tunnelstrecken liegt in Kalken, Mergeln und Tonen. In den letzten Jahren standen

	TBM-Einsatz	*[1]*	*Röhren*	*Bohrlänge (m)*	*Bohrloch-durchmesser (m)*	*Bemerkungen*
Vollschnittmaschinen						
Heitersbergtunnel	1970/72	B	1	2 596	10,67	ohne Schild
Zürichbergtunnel	1985/86	B	1	4 350	11,52	offener Schild
Gubristtunnel	1980/82	S	2	6 000	11,52	offener Schild
Tunnel Mont Russelin	1990/..	S	1	3 550	11,81/11,87	offener Schild
Bözbergtunnel	1990/..	S	2	7 100	11,87/11,93	offener Schild
zum Vergleich:						
Eurotunnel	1987/91	B	2	101 000	8,78	
		D	1	50 500	5,38	
Aufweitungsmaschinen						
Sonnenbergtunnel	1969/73	S	2	3 092	3,50/7,70/10,46	dreistufig
Kerenzerbergtunnel	1979/82	S	1	3 042	3,50/7,50/11,00	dreistufig
Umfahrung Neuchâtel (Ost)	1985/88	S	2	5 220	3,70/7,70/11,30	dreistufig
Umfahrung Locarno	1989/..	S	1	4 864	4,50/10,80	zweistufig
Mixschild (Nass- und Trockenabbau)						
Grauholztunnel	1989/..	B	1	5 548	11,65	

[1] B Eisenbahntunnel; S Strassentunnel; D Diensttunnel

Tabelle 1. In der Schweiz eingesetzte Tunnelbohrmaschinen (TBM) mit grösserem Durchmesser als 10 m (1969 bis 1991: 32,8 km Bohrlänge mit 3,4 Mio m³ Ausbruch)

auch Gneise (zweistufige Erweiterungsmaschine) oder Molassefels mit vorgelagerten wasserführenden Lockergesteinen (Mixschild) an. Auffällig ist Ende der 80er Jahre die sprunghafte Entwicklung der installierten Leistung und der maximalen Anpresskraft der Rollenmeissel. Die Penetration (Bohrfortschritt je Bohrkopfumdrehung) und der Meisselverschleiss führten in den bisher angetroffenen Gesteinsarten nicht zu besonderen Problemen. Unerwartete geologische Störzonen ergaben jedoch Leistungseinbussen oder gar Arbeitsunterbrechungen. In einzelnen Tunneln wurde quellfähiges Gebirge mit TBM aufgefahren (Bözbergtunnel) [6]. Angesichts der bedeutenden Risiken hinsichtlich Geologie, Bauzeit und finanzieller Mittel beim Einsatz grosser TBM im Fels sind die meist eingehaltenen Baukosten und Bauzeiten bemerkenswert.

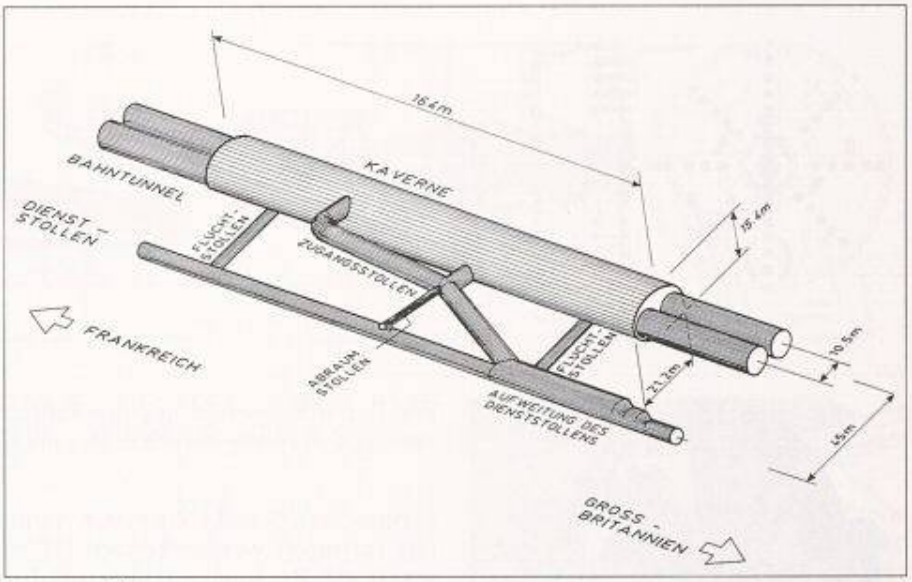


Bild 1a. Überleitstelle (Crossover) für die Gleise der beiden eingleisigen Eisenbahntunnel im britischen Teil des Kanaltunnels

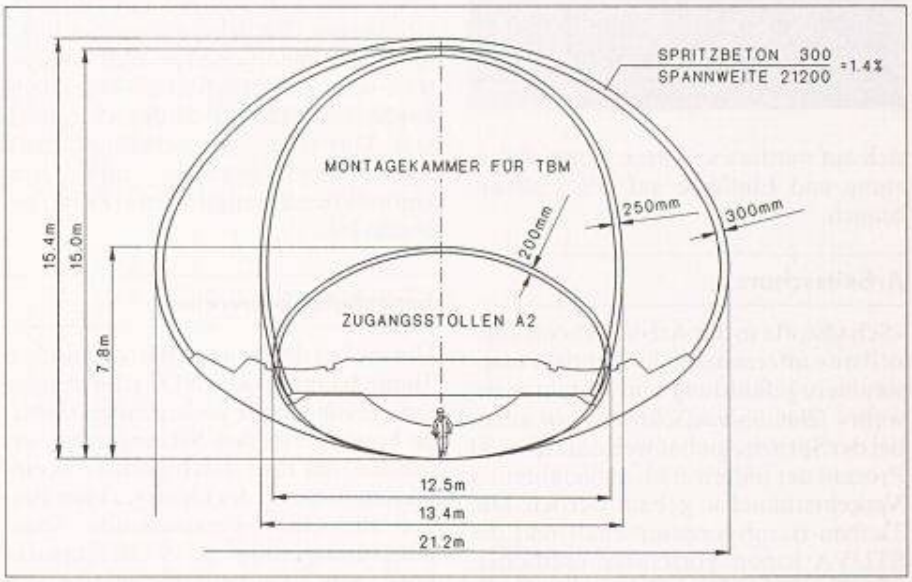


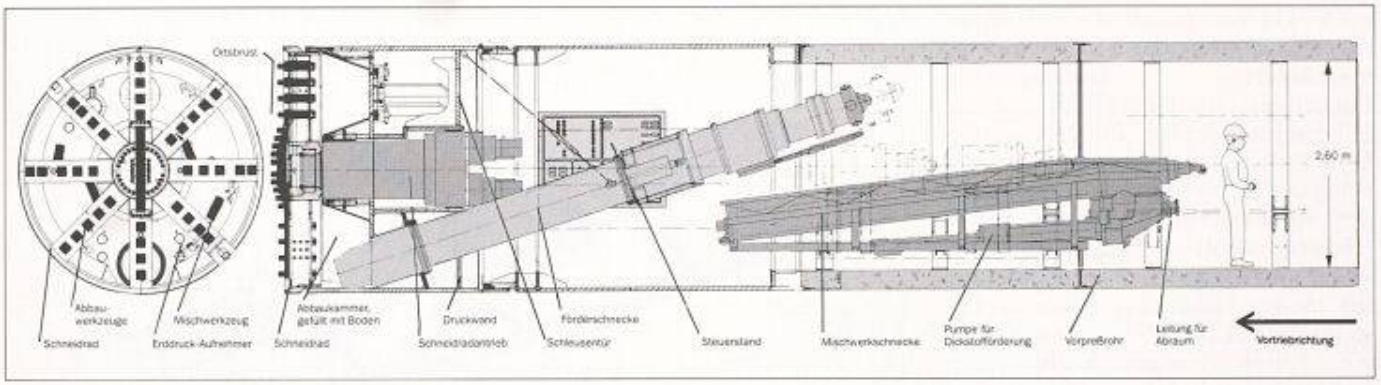
Bild 1b. Vergleich der Abmessungen der in Spritzbetonbauweise gesicherten Hohlräume im britischen Teil des Kanaltunnels

Maschineller Tunnelvortrieb

Die «Definition geotechnischer Parameter für den Einsatz von Schildvortriebsmaschinen mit suspensionsgestützter Ortsbrust» (Hydro- oder Mixschilde) *(Jancsecz)* bedeutet verfeinerte Kenntnisse über die Wechselwirkung zwischen Boden und Maschine, wozu neue geotechnische Erkundungs-, Mess- und Interpretationsmethoden in enger Zusammenarbeit zwischen Praxis und Forschung gehören. Dagegen hängen die «Risiken und Chancen der Mechanisierung im Tunnelbau» *(Braach)* von entsprechend qualifiziertem und erfahrenem Personal für Planung und Bauausführung sowie optimierter Anpassung der Vortriebsmaschinen ab. Für den «setzungsarmen Tunnelvortrieb in weichen Sedimenten» *(Gudehus)* eignet sich der Trichtervortrieb, wobei der Boden von der Ortsbrust ohne Störung der Umgebung in einen schlanken Trichter dringt; das kann mit Rohrvortrieb, Tübbings oder Extrudieren kombiniert werden. Zum Vermeiden oder Ausgleichen unerlaubter Setzungen kann man derartige Böden über dem Tunnel mit getrocknetem Kalkmehl anstelle von Zementsuspensionen injizieren.

Beim «Bau eines Mischwasserkanals in Bremen» konnten 1991 zum ersten Mal «Erfahrungen mit einem Erddruckschild» *(Krause)* in Deutschland gesammelt werden, und zwar bei einem 1436 m langen unterirdischen Rohrvortrieb (3 Baustrecken; Stahlbeton-Vorpressrohre 2600 NW/3,50/0,25 m, 18 t) in einem ökologisch empfindlichen Gebiet. Dabei wirkt der abgebaute Boden gegen den Druck des Grundwassers und des anstehenden Bodens vor Kopf des Schildes. Dadurch kann der Vortrieb grundwasserabsenkungsfrei mit so geringem Gegendruck gefahren werden, dass es möglich ist, trotz der hier vorhandenen geringen Überdeckung von etwa 1 m bis max. 2 m eine einwandfreie Tiefenlage zu erreichen. Mit einem sich langsam drehenden Schneidrad wird der Boden an der Ortsbrust gelöst, zu einer homogenen Masse geknetet und mit einer Förderschnecke und anschliessenden Dickstoffpumpe [7] durch die schon vorgepresste Rohrstrecke bis 700 m weit in ein Absetzbecken gefördert (Bild 2). Zur Hindernisbergung kann die Mischkammer kurzzeitig unter Druckluft gesetzt werden. Die Vortriebsleistung betrug im Mittel 12 und max. 32 m/d und die Stillstände 14 Prozent.

Danach wurde der «Tunnelvortrieb mit Mixschild im Hartgestein bei der Ruhrunterquerung in Mühlheim/Ruhr» für die S-Bahn Rhein-Ruhr *(Elmer/Kramer/Hettwer)* erläutert; eingesetzt war eine Vollschnittmaschine mit Hartgesteinsbohrkopf (6,90 m Ø; 1260 kW Schneidradleistung, max. 300 mt Drehmoment; 54 Disken, Meisselkoeffizient F = 0,4 bis 2,0 N/mm) mit einer Suspensionsschildausführung für Lockerböden. Durch Umbau des Bohrkopfes konnte die Leistung für die zweite Schildfahrt (1040 m) von 2,8 auf 8,9 m/AT (7,5 Ringe/AT) – Soll 6 m/TA (5 Ringe/AT) - für Zweischichtbetrieb und durchlaufende Reparaturschicht in der Nacht gesteigert werden. Die «Erfahrungen beim Auffahren einer Fernwärme-Verbundleitung im Münchner Tertiär unter Druckluft» *(Bretz)* mit drei Schildvortrieben (1100, 2160 und 2210 m; 4200 und 4400 NW) und einem Los in Spritzbetonbauweise beziehen



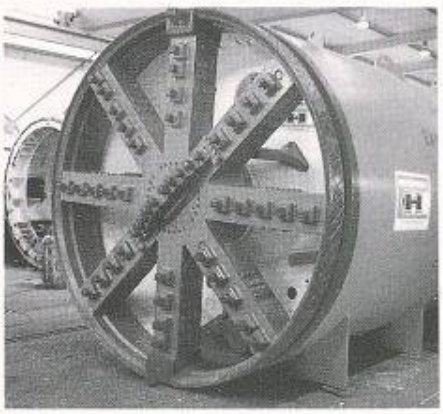


Bild 2. Erddruckschild für einen Rohrvortrieb - mit 18 t schweren Stahlbetonrohren von 3,08 m Aussendurchmesser - mit Dickstoffpumpe für den Bodentransport

sich auf mittlere und max. Vortriebsleistung und Einflüsse auf den Luftverbrauch.

Arbeitsschutz

«Schadstoffe in der Atemluft beim Tunnelbau» interessieren hinsichtlich «Gesundheitsgefährdung und Gefahrenabwehr» *(Bandmann/Schreyer)* vor allem bei der Spritzbetonbauweise, da über 90 Prozent der unterirdisch aufgefahrenen Verkehrstunnel so gebaut werden. Die Tiefbau-Berufsgenossenschaft und die STUVA haben Vorschläge erarbeitet, wie die durch Dieselfahrzeuge (Indirekteinspritzer: Tabelle 2; Kraftstoff CZ 48: Bild 3) [8], Sprengen (Emulsionssprengstoffe, höherer Bohrlochfüllungsgrad, CO-arme Sprengschnüre), Teilschnittmaschinen (Staubschutzschild: -85 Prozent) und Spritzbetonarbeiten (Staubbindemittel beim Trockenspritzverfahren: -40 Prozent) verursachten Schadstoffe in der Atemluft verringert werden können [8]; es wurde ein Rechenprogramm zum Ermitteln der Staubbelastung an verschiedenen Arbeitsplätzen im Tunnel für die Bemessung ausreichender Tunnellüftung entwickelt und mit Fortbildungslehrgängen (Spritzbetonarbeiten usw.) für Tunnelmannschaften zum Verbessern der Arbeitssicherheit begonnen. Ergänzend dazu wurde der «Vergleich von Vortrieben mit schadstoffarmen Emulsionssprengstoffen und herkömmlichen Sprengstoffen» *(Prinz)* gebracht [8].

Spritzbetonbauweise

Um die bei der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT) durch Lastumlagerungen im umliegenden Gebirge hervorgerufenen Setzungen zu vermeiden, hat man durch gezielte Vorinjektion (6-8 bar) des Gebirges vom Tunnel aus eine «vorauseilende Spannungsumlagerung als Weiterentwicklung der Spritzbetonbauweise im Lockergestein» *(Ettel)* erreicht und nachweislich das Sicherheitsniveau erhöht.

Über die «Entwicklung von Robotern für die Herstellung von Spritzbeton, die Arbeitsbedingungen, Qualität und Wirtschaftlichkeit» *(Maidl)* [9] ist berichtet worden, ebenso über den Robotereinsatz aus der Sicht des Arbeitsschutzes [10]. Für die Beurteilung der Spritzbetonarbeiten hat man den Düsenführungskoeffizienten

$$K_D = X_D \cdot \frac{A_{SB} \cdot R_{SB}}{m_S \cdot T} \cdot 10^{-2} \text{ (m/cm)}$$

K_D	Düsenführungskoeffizient	(m/cm)
X_D	vom Spritzstrahl zurückgelegter Weg	(m)
A_{SB}	definierte Auftragsfläche	(m^2)
R_{SB}	Spritzbetonrohdichte	(kg/m^3)
m_s	Massestrom Bereitstellungsgemisch	(kg/min)
T	zum Überstreichen von A_{SB} benötigte Zeit	(min)

eingeführt; durch die automatische Düsenführung (Roboter) konnte gegenüber der manuellen Düsenführung (Tabelle 3) die Betondruckfestigkeit um 10 Prozent verbessert, die Streuung um 21 Prozent vermindert, die Gleichmässigkeit um 24 Prozent vergrössert, der Rückprall um 30 Prozent und die Feinstaubkonzentration um 14 Prozent verringert werden.

Tunnelauskleidung, Ausbau, Abdichtung

«Einsatz und Weiterentwicklung von Stahlfaserpumpbeton bei Tunnelinnenschalen» *(Hoffmann/Wacker)* wurde

Bauteil	*Vorteil*	*Nachteil*
Abgaswäscher	Russreduktion etwa 30%	keine Reduktion von CO und NO
Russfilter	Partikelreduktion etwa 80%	Regeneration Prototyp
Granulatkatalysator	CO-/HC-Reduktion etwa 60%*)	mehr NO_2 Abgastemperatur
Indirekteinspritzer	CO-/NO-/HC-Reduktion 80/30/70%	Verbrauch Motor

*) bei 250 °C und etwa 80% bei über 400 °C Abgastemperatur

Tabelle 2. Verringern der Dieselemissionen

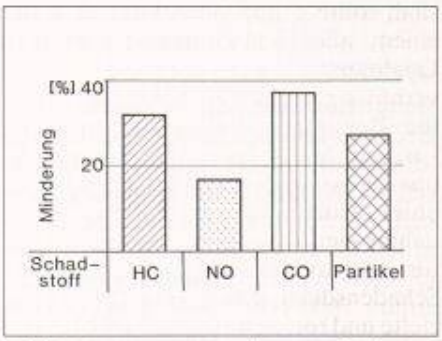


Bild 3. Emissionsminderung durch Dieselkraftstoff mit höherer Cetanzahl (CZ 48 statt CZ 40)

Parameter		manuelle Düsenführung	automatische Düsenführung
Bewegungsgeschwindigkeit	(cm/s)	i.M. 25	25
Düsenabstand	(m)	1,30–1,70	1,50
Düsenwinkel	(°)	i.M. 80	90
Form der Düsenbewegung	(-)	pendelnd	kreisend
Radius/Amplitude	(cm)	i.M. 7	5
Frequenz	(1/s)	i.M. 1,5	5

Tabelle 3. Düsenführungsparameter im Vergleich

am Bau eines S-Bahn-Tunnels in Dortmund [11] gezeigt, wo man durch ein neues Nachweisverfahren erstmalig die besonderen Material und Trageigenschaften von Stahlfaserpumpbeton (50 kg Sondertypfaser/m³ Beton) berücksichtigte.

Es folgten Ausführungen über den «Oberflächenschutz für Sichtbetonflächen bei Trog und Tunnelbauwerken» *(Tölle)* nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton und den «Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Vertragsbedingungen des Bundesministers für Verkehr für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (ZTV-SIB '90)» sowie über «die Abdichtung unterirdischer Bauwerke – Entwicklung neuer Systeme und Folgerungen für die Abdichtung der Alpenbasistunnel» *(Schmid)*, insbesondere bei einschaligem Spritzbetonausbau (dichterer Spritzbeton durch Zugabe von Si-Stoffen, bessere Qualität durch videogeführte Spritzroboter [9]), Hochpolymerdichtungsbahnen (LLDPE) und zweischaligem Ausbau.

Qualitätssicherung/Sicherheit

«Erfahrungsaustausch und neue Konzepte zur Qualitätssicherung» *(Kirschke)* zeigen, dass der Bauherr durch die Planung, Ausschreibung, Vertragsgestaltung und Vergabe für die Qualität seines Bauwerks mitverantwortlich ist. Da Unterhaltungsmassnahmen an Tunneln aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen meist sehr aufwendig sind, sollte die Qualitätssicherung mit einem alle Teilbereiche erfassenden Qualitätssicherungssystem auf Fehlerverhütung ausgerichtet sein. Es folgte die «Bewertung bestehender Verfahren zur zerstörungsfreien Tunnelinspektion» *(Sartori/Jackel)*, wie Thermographie, Multispektralanalyse, 3D-Aufnahme der Tunnelleibung und Radar, für eine aussagekräftige, umfassende Schadensdiagnose als Grundlage für gezielte und rechtzeitige Instandsetzungsmassnahmen.

Eine Zusammenstellung grösserer Brandereignisse zeigt, welche grosse Bedeutung der «Brandschutz in Verkehrstunneln und neue Erkenntnisse aus Grossversuchen» (Flucht- und Rettungswesen, Tragverhalten der Tunnelauskleidung, Freisetzung von Schadstoffen; Eureka-Forschungsprojekt) *(Haack)* [12] für die Sicherheit in Tunnelanlagen haben.

Umweltschutz

Die «geotechnischen Probleme beim Bau von Tunneln in Wasserschutzgebieten für die Neubaustrecke Stuttgart–Ulm» *(Bienstock/Wittke)* erforderten Neuentwicklungen hinsichtlich der Baustofftechnologie (Injektionen und Spritzbeton ohne physiologisch bedenkliche Stoffe, d.h. mit Si-Stoffen und Zement ohne Gipsanteil) und Tunnelbauweisen (Heiss-bitumen-Verpressungen).

Die «Verringerung chemischer Auslaugungen aus Spritzbetonauskleidungen zum Schutz von Tunneldränagen und Umwelt» *(Breitenbücher/Springenschmid/Dorner/Handke)* erreicht man durch Verwenden von Hochofenzement mit mindestens 50 Prozent Hüttensand, den Austausch von 10-15 Prozent Zement gegen Flugasche oder 5-10 Prozent gegen Siliciastaub oder -suspensionen, Verringern der (alkalihaltigen) Beschleuniger (BE) (max. 3 Prozent Wirkstoff bezogen auf den Zementgehalt) und Verwenden nichtkalkhaltiger Zuschläge (Basalt) zumindest im Bereich von Wasser mit aggressiver Kohlensäure sowie durch andere Dränagen und Ankerungen. Diese Massnahmen werden derzeit beim Bau des Schönraintunnels [13] angewandt und die Auslaugbarkeit des Spritzbetons dabei um bis 80 Prozent verringert.

Mit der «Schlitzwandbauweise mit Gasmattenelementen zur Abschirmung von Erschütterungen» (Schiffer) lässt sich erstmalig der Ausbreitungsweg im Boden zwischen Erreger (Schienenverkehr usw.) und Empfänger (Wohngebäude) wirksam unterbrechen; ausserdem bleiben beide beim Einbau der Schutzmassnahme unbeeinträchtigt.

Literatur

[1] *Haack, A.:* Tunnelbau in der Bundesrepublik Deutschland: Statistik (1990), Analyse und Ausblick. Tiefbau, Strassenbau, Ingenieurbau 33 (1991), Nr. 11, S. 828-850

[2] Automation und Vermessung beim Bau des Eurotunnels. Tunnelbohrmaschinen, Tübbinge, Vermessung und Tunneldurchschlag. Folgt in einer späteren Nummer von SI+A

[3] *Brugger, M.:* Eisenbahnverbindung unter dem Ärmelkanal. Schweizer Ingenieur und Architekt 108 (1990)). Nr. 26, S. 741-748; vgl. S. 749-752

[4] *Myers, A.,* u.a.: Planung und Ausführung der britischen Überleitstelle im Kanaltunnel. Felsbau 9 (1991), Nr. 1, S. 37-47; Teilschnittmaschinen: S. 33-36; NÖT S. 21-36

[5] *Dressler, J.; Griessinger, H.:* Ausbaukonzept und Risikobeurteilung bei einer grossen Kavernengarage. Int. Symposium «Sicherheit und Risiken bei Untertagebauwerken», ETH Zürich, 21./22.3.1991, S. 107-115

[6] Bözberg- und Habsburgtunnel. SIA-Dokumentation D 074, Referate der Studientagung vom 23.5.1991 in Brugg-Windisch

[7] *Schlecht, K.:* Abraum-Pumpenförderung am Eurotunnel. Eisenbahn-Technische Rundschau (ETR) 40 (1991), Nr. 10, S. 669-674

[8] Unfallverhütung beim Tunnelbau – Forschung. 4. Tunnelbau Fachtagung, 7./9.11.1990 in Hennef/Sieg. Tiefbau-Berufsgenossenschaft, München 11/1991. Abruf-Nr. 799.2, S. 79-84; Dieselabgase S. 85-91; Tunnellüftung S. 93-98; Sprengarbeiten S. 71-77

[9] Automatisierung und Roboter im Tunnelbau (ISARC). Folgt in einer späteren Nummer von SI+A

[10] *Maidl, B.,* u.a.: Verbessern der Qualität von Spritzbeton durch den Einsatz von Spritzrobotern. Bauingenieur 66 (1991), Nr. 11, S. 497-501; vgl. Schweizer Ingenieur und Architekt 109 (1991), Nr. 16, S. 357-360

[11] *Hoffmann, R.; Wacker, M.:* Bau eines S-Bahn-Tunnels in Dortmund-Lütgendortmund. Tiefbau-Berufsgenossenschaft 103 (1991), Nr. 10, S. 660-666

[12] *Haack, A.:* Brandschutz in Verkehrstunneln – eine europäische Aufgabe. Technische Überwachung 32 (1991), Nr. 4, S. 133-138

[13] *Könnings, H.-D.:* Die Tunnel der Verbindungskurve Nantenbach. Die Bundesbahn 67 (1991), Nr. 10, S. 987-991

[14] *Waaser, E.;* Erdmann, J.: Rheinufertunnel in Düsseldorf. Schlitzwandbauweise bewährt sich. Beton-Informationen 31 (1991), Nr. 6, S. 63-66



Bild 4. Mit einem Betonfertigteil beschwertes Gasmattenelement vor dem Einbau in eine suspensionsgefüllte Schlitzwand

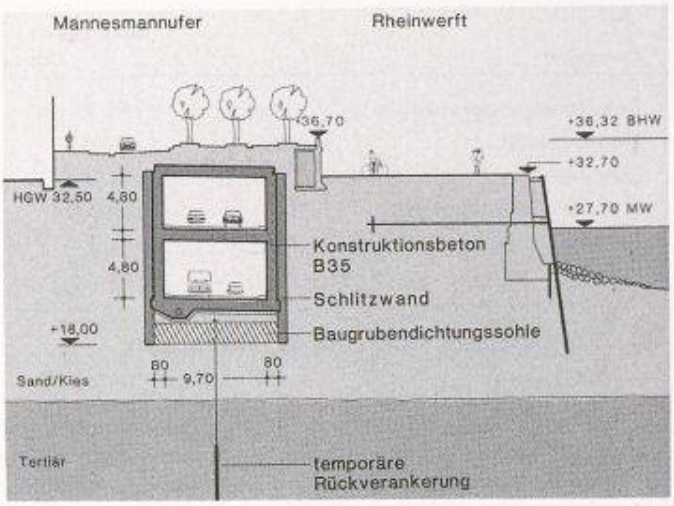


Bild 5. Rheinufertunnel in Düsseldorf

Tagungsband

Die Vorträge werden zusammen mit den Diskussionsbeiträgen in Forschung + Praxis, Band 34, 1992, abgedruckt: «Tunnelbau – neue Chancen aus europäischer Sicht; Tagungsband: STUVA-Jahrestagung 1991 in Düsseldorf». Bezug: Alba-Fachverlag GmbH, Römerstrasse 9, D-4000 Düsseldorf 30, Telefon (0049) 211/46 90 10

Die Abschirmmatte aus geotextilgewebeumschlossenen, gasgefüllten Kammern aus Kunststoffolie wird ballastriert in einem suspensionsgefüllten Schlitz eingebaut (Bild 4) und an dessen Sohle verankert, sowie mittels erhärtender Bentonit-Zementmasse dauerhaft versiegelt. Damit werden 40 Prozent bis 60 Prozent Abschirmung erreicht.

Unterirdisches Bauen in Düsseldorf

Das Beispiel Düsseldorf zeigt, dass «unterirdische Verkehrswege Impulse für städtebauliche Entwicklungen» *(Küppers)* darstellen; die Eintunnelung von zwei Güterzugstrecken, einigen Autobahnteilstücken und einer Brückenrampe im Stadtgebiet sowie 7,7 km U-Bahn-Tunnel (1,3 km im Bau) helfen innerstädtische Probleme lösen (Lärmminderung, Reisezeitverkürzung und Entlastung der Strassen). Näher eingegangen wurde auf «besondere Bauprobleme bei der Tieferlegung der Rheinuferstrasse» *(Waaser)* mit täglich über 55 000 Fahrzeugen auf 2,6 km Länge für insgesamt 445 Mio. sFr. Baukosten; dazu gehören ein ohne Grundwasserabsenkung erbauter, 2 km langer, zweistöckiger Tunnel (Bild 5), dichte Schlitzwände mit zum Teil Meissel-, Bohr- und Sprengarbeiten [14], inhomogene Gründungsverhältnisse baugrubennaher Hochbauten und die Unterfangung hochbelasteter Brückenfundamente (HDI-Verfahren). Einzelheiten über die Arbeiten mit «Hochdruckinjektionen, Vereisung und Druckluft als Besonderheiten beim Bau der Stadtbahn in Düsseldorf» (Uhlendorf) betreffen die 1,7 km lange, zweigleisige Neubaustrecke östlich des Hauptbahnhofes. – Diese Vorträge dienten zur Einführung für die Bauwerks- und Baustellenbesichtigungen am Abschlusstag.

Die nächste STUVA-Tagung findet vom 29.November bis zum 1. Dezember 1993 in Hamburg statt.

AB

Wettbewerbe

Wohnüberbauung Müllheim, Steinach SG

Die Baugesellschaft Müllheim, bestehend aus der Erbengemeinschaft Johann Mäder, Steinach, veranstaltet einen öffentlichen Ideenwettbewerb für eine Wohnüberbauung des zentrumnahen Baugrundstückes. *Teilnahmeberechtigt* sind Architekten, die im Bezirk Rorschach und in der Munizipalgemeinde Arbon seit mindestens dem 1. Januar 1991 niedergelassen (Wohn- oder Geschäftssitz) oder heimatberechtigt sind. Zusätzlich werden fünf auswärtige Architekten zur Teilnahme eingeladen. Es wird ausdrücklich auf die Bestimmungen der Art. 27 und 28 der Ordnung für Architekturwettbewerbe sowie auf den Kommentar zu Art. 27 hingewiesen. *Fachpreisrichter* sind Jan Hlavica, Windisch, Rudi Krebs, St. Gallen, Urs Niedermann, St Gallen, Ernst Weber, Wil, Ersatz. Für *Preise* stehen 100 000.– Fr., für *Ankäufe* zusätzlich 20 000.– Fr. zur Verfügung. Das *Wettbewerbsgebiet* umfasst 28 000 m². Es sind Miet-, Eigentumswohnungen sowie Eigenheime von hoher Qualität zu planen. Das *Wettbewerbsprogramm* kann beim Büro Strittmatter und Partner, St. Gallen, kostenlos bezogen werden. Die weiteren Unterlagen sind an derselben Adresse ab 12. Februar gegen Hinterlage von 500.– Fr. erhältlich (Kopie des Zahlungsbeleges erforderlich). *Termine:* Fragestellung bis 20. März, Ablieferung der Entwürfe bis 22. Mai, der Modelle bis 5. Juni 1992.

Fortsetzung Seite 138